

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ**

**Francisco Reinord Essert**

**INFLUÊNCIA E IMPORTÂNCIA DA NUCLEAÇÃO  
NA RECUPERAÇÃO FLORESTAL**

**Curitiba, 2012**

Francisco Reinord Essert

INFLUÊNCIA E IMPORTÂNCIA DA NUCLEAÇÃO  
NA RECUPERAÇÃO FLORESTAL

Trabalho apresentado para obtenção parcial do título de especialista em Mudanças Climáticas, Projetos Sustentáveis e Mercado de Carbono no curso de Pós-Graduação em Mudanças Climáticas, Projetos Sustentáveis e Mercado de Carbono do Programa de Educação Continuada em Ciências Agrárias (PECCA), Universidade Federal do Paraná.

Orientadora: Prof<sup>a</sup> Dra. Ana Paula Dalla Corte.

Curitiba. 2012

## **EPÍGRAFE**

“Se eu soubesse que o mundo terminaria amanhã, hoje ainda plantaria uma árvore”.

Martin Luther King

## **RESUMO**

A recuperação florestal de uma área degradada através do plantio de mudas nativas de espécies pioneiras e não pioneiras tende a se recuperar naturalmente dentro de sua escala de tempo. Este estudo pretende demonstrar através da comparação com outras referências bibliográficas, que a recuperação associada às técnicas de nucleação (poleiro artificial, poleiro natural, transposição de solo, transposição de galharia e dispersão de sementes) terá efeito funcional de “gatilho ecológico” e deverá promover a aceleração da restauração do bioma através de uma forte interação com a micro e a macrofauna atraídas. A presença de avifauna e morcegos frugívoros, por exemplo, tende a aumentar a disponibilidade local de sementes de modo bastante significativo, visto que esses animais costumam se alimentar empoleirados nas proximidades da árvore-fonte e em seguida despejam (regurgitando ou evacuando) embaixo do poleiro as sementes do fruto ingerido. As técnicas de nucleação podem ser usadas para recuperar qualquer área degradada, sendo de grande relevância sua contribuição no retorno da biodiversidade e na funcionalidade da Mata Atlântica.

Palavras-chave: Mata Atlântica, técnicas de nucleação, recuperação florestal.

---

## **ABSTRACT**

The forest restoration of a degraded area by planting native seedlings of pioneer and not pioneer species tends to recover naturally within its timescale. This study aims to demonstrate, through comparison with other references, that the restoration associated with nucleate techniques (artificial roost, natural roost, soil transposition, branch transposition and seed dispersion) has the functional effect of an “ecological trigger” and should accelerate the restoration of the biome through strong interaction with the attracted micro- and macrofauna. The presence of birds and fruit bats, for instance, tends to increase quite significantly the local availability of seeds, since these animals tend to eat roosted nearby the source tree and then dump (regurgitating or defecating) the seeds of the ingested fruit beneath the roost. The nucleate techniques can be used to recover any degraded area, being of great relevance to the return of the biodiversity and to the functionality in the Atlantic Forest.

Keywords: Atlantic Forest, nucleate techniques, forest restoration.

| <b>SUMÁRIO</b>                              | <b>Página</b> |
|---|---------------|
| 1. INTRODUÇÃO                               | 07            |
| 2. JUSTIFICATIVA                            | 09            |
| 3. OBJETIVOS                                | 10            |
| 0. GERAL                                    | 10            |
| 3.2. ESPECÍFICOS                            | 10            |
| 5. MARCO TEÓRICO                            | 11            |
| 4.1. RECUPERAÇÃO DO BIOMA DA MATA ATLÂNTICA | 11            |
| 4.2. TÉCNICAS DE NUCLEAÇÃO                  | 12            |
| 4.3. AS FLORESTAS E A FIXAÇÃO DE CARBONO    | 15            |
| 4. METODOLOGIA E PROCEDIMENTOS              | 18            |
| 6. MATERIAL E MÉTODOS                       | 18            |
| 7. RESULTADOS ESPERADOS E DISCUSSÃO         | 25            |
| 0. CENÁRIOS DE PROJETOS DE MDL              | 28            |
| 8. CONCLUSÃO                                | 30            |
| 0. REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA                 | 31            |

## **LISTA DA TABELA**

## **Página**

|  |    |
|--|----|
| TABELA 01 – INDICADORES A SEREM OBSERVADOS NO MONITORAMENTO DOS RESULTADOS | 26 |
|--|----|

| <b>LISTA GRÁFICOS E ILUSTRAÇÕES</b>   | <b>Página</b> |
|---|---------------|
| ILUSTRAÇÃO 01 – COLETOR DE SEMENTES   | 14            |
| ESQUEMA 01 – EXEMPLO DE PLANTIO DE ESPÉCIES NATIVAS COM NUCLEAÇÃO.            | 21            |
| ILUSTRAÇÃO 02 – POLEIRO SECO DE BAMBU   | 22            |
| ILUSTRAÇÃO 03 – POLEIRO VIVO COM CIPÓ   | 22            |
| ILUSTRAÇÃO 04 – TRANSPOSIÇÃO DE SOLO  | 23            |
| ILUSTRAÇÃO 05 – CRESCIMENTO DE PLÂNTULA.                                      | 25            |
| GRÁFICO 01 – COMPARATIVO ENTRE PLANTIO COM NUCLEAÇÃO E PLANTIO SEM NUCLEAÇÃO. | 27            |
| GRÁFICO 02 – MERCADO DE CARBONO REGISTRA MAIOR VOLUME NO TRIMESTRE.           | 28            |

## 1. INTRODUÇÃO

O funcionamento das florestas tropicais tem resultado em significativas alterações na forma de se entender e praticar a restauração florestal, inserindo novos conceitos e metodologias nos trabalhos desenvolvidos em diversas formações vegetais brasileiras, mas principalmente na Mata Atlântica (BRANCALION *et. Al.*, 2009).

Com base nos fragmentos conservados que passaram a embasar a metodologia de restauração da Mata Atlântica, os projetos de restauração florestal desenvolvidos passaram a focar no uso da diversidade florística regional bem como em um levantamento fitossociológico na compreensão das comunidades vegetais e ciclo de vida das espécies. Segundo Odum (1988), a estabilidade de uma área relaciona-se mais intimamente com a diversidade funcional do que com a biomassa existente.

Considerando que os ecossistemas são sistemas abertos e que a florística e a estrutura são influenciadas também por fatores externos àquela comunidade, inclusive os distúrbios. A restauração ecológica aliada à conservação da biodiversidade deve ser um dos pilares básicos dessa atividade, pois representa o substrato em que a seleção natural irá atuar, definindo a permanência das espécies nos ambientes naturais e restaurados.

Segundo Reis *et al.* (2003), a importância da diversidade de grupos ecológicos na manutenção da diversidade vegetal verifica-se no papel importante das lianas, por exemplo, como espécies-chave. Elas podem ofertar recursos aos polinizadores e dispersores de sementes em períodos em que há escassez de floração e frutificação sazonal, garantindo assim a manutenção da fauna de polinizadores e dispersores na área.

As interações específicas das comunidades representam a principal forma para propiciar uma forma sucessional onde ocorram melhorias nas condições para que cada uma das espécies colonizem novos ambientes. Sendo a interação entre produtores, consumidores e decompositores o principal processo para garantir a funcionalidade do processo (REIS e TRES, 2007).

Os métodos de restauração atuais empregados por diferentes autores segundo Reis e Tres (2007), deixam de se preocupar com a reprodução de



uma única comunidade madura, estabelecida como modelo, e passam a dar maior ênfase à restauração dos processos que levam à construção de uma comunidade funcional, na qual as características florística e estrutural da comunidade restaurada surgem da interação entre as ações implementadas e os processos de migração e seleção de espécies que vão se desenvolver na área em restauração.

Busca-se aproveitar o possível potencial de autorrecuperação da área, definido pela presença de espécies nativas na própria área, como banco de sementes, indivíduos regenerantes, ou pela chegada de sementes de espécies nativas da vizinhança. Por exemplo, a dispersão através da conectividade entre os fluxos biológicos nos dois sentidos: entre os “fragmentos-área em restauração” e a “área restaurada-paisagem” (SANT’ANNA, 2010).

Procurando imitar um processo de regeneração natural dos ecossistemas, segundo Reis *et al.* (2003), a restauração ecológica propõe um conjunto mínimo de interferências no processo, com a nucleação por exemplo, como base para incrementar esses processos sucessionais.

Segundo Tres (2006), a aplicação do princípio da nucleação em programas de restauração ambiental induz a uma heterogeneidade de núcleos com distintos ritmos sucessionais propiciando uma maior resiliência ambiental e, conseqüentemente, uma maior estabilidade dinâmica dos ecossistemas.

A função da nucleação como proposta de conservação e restauração de áreas degradadas dentro de uma visão sistêmica inclui a manutenção da biodiversidade, da qualidade da água e dos estoques de carbono que evitam o agravamento do efeito estufa, buscando integração dos diversos elementos, como solo, sementes, microrganismos, animais e plantas.

## 2. JUSTIFICATIVA

Estudos têm mostrado que uma das melhores formas de proporcionar a restauração ambiental está no acréscimo das interações intra-específicas e interespecíficas dos organismos envolvidos no ecossistema a ser restaurado.

As florestas restauradas somente através de mudas, têm demonstrado baixa diversidade de espécies arbóreas e também de outras espécies vegetais originalmente existentes na floresta nativa dentro de um determinado tempo. Isto indica que a iniciativa de recuperação florestal, em muitas áreas, não está devolvendo à natureza a diversidade vegetal e funcional e, menos ainda, a restauração da biodiversidade.

Trazer de volta à área a diversidade biológica envolve interações entre flora, fauna e micro-organismos. Em uma escala mais precisa, inclui toda a gama de organismos, desde bactérias e protistas, até reinos multicelulares de plantas, animais e fungos (PRIMACK e RODRIGUES, 2001).

Segundo Odum (1988), resgatar princípios ecológicos básicos baseados em produtividade de níveis tróficos, com entrada e fluxo de energia e relações alimentares, é fundamental e determinante em projetos que visem restaurar áreas degradadas.

Desta forma, a utilização de ações nucleadoras associada ao plantio de mudas tem demonstrado proporcionar uma maior superação na sucessão secundária de áreas degradadas, fundamentado no compromisso de reproduzir processos sucessionais naturais, viabilizando inclusive economicamente a restauração efetiva da biodiversidade.

### **3. OBJETIVOS**

#### **3.1 Geral:**

Demonstrar que a recomposição de comunidades naturais através das técnicas de nucleação associada ao reflorestamento de espécies nativas contribui na aceleração da restauração de áreas degradadas.

#### **3.2 Específicos:**

- a. Pesquisar e descrever as diversas modalidades de nucleação como transposição de solos; transposição de galharia; chuva de sementes; poleiros artificial e natural para atração da fauna, associadas ao plantio de mudas nativas, desempenha um papel fundamental de polinização, semeadura e fluxo gênico.
- b. Demonstrar através de pesquisas bibliográficas que os processos ecológicos são mantenedores de estabilidade e resiliência da biodiversidade.
- c. Pesquisar em literaturas existentes que ambientes restaurados servem de modelos de projetos de MDL – Mecanismo de Desenvolvimento Limpo, através da fixação de carbono.

## 4. MARCO TEÓRICO

### 4.1 Recuperação do Bioma da Mata Atlântica

A recuperação de ecossistemas degradados é uma prática relativamente antiga. Até início do ano de 1980 as características de recuperação florestal definiam apenas como base os aspectos silviculturais, desvinculadas de concepções teóricas (BELOTTO, 2009).

A Mata Atlântica corresponde a duas vezes o tamanho da França e mais de três vezes a Alemanha. Significa também abrigo para várias populações tradicionais e garantia de abastecimento de água para grande parte da população brasileira (PINTO *et al.*, 2009).

Em épocas não muito remotas, o uso de espécies regionais certamente aumentou as chances de sucesso à restauração florestal. Porém, para promover e acelerar a sucessão ecológica de modo que se tornem semelhantes, estrutural e funcionalmente, ao que eram no original, ainda hoje parecem realidades distantes dentro do processo dinâmico.

Para uma real sustentação das florestas tropicais, segundo Belotto (2009), verificou-se que o principal pilar estava na interação entre árvores e demais espécies com outros hábitos de crescimento que não se mantinham isoladamente, pois havia uma forte influência mútua entre essas espécies e seus dispersores de sementes e polinizadores.

Lianas, ervas e arbustos em geral entram em floração e frutificação precocemente, atraindo animais tanto para polinização quanto para dispersão, além de cobrirem o solo, compondo os principais elementos das primeiras fases de início de sucessão (REIS *et al.*, 2007). Esse aumento de oferta de recursos para polinizadores e dispersores é crucial para a manutenção dos processos naturais na floresta.

Na região de Santa Catarina, onde as espécies vegetais da Mata Atlântica foram intensamente estudadas, Reis *et al.* (2003) mostrou que o número de espécies arbóreas representava somente cerca de 30% das espécies vegetais, sendo os 70% restantes espécies de lianas, de arbustos, de ervas e de epífitas.

A restauração ambiental como defendida por Reis *et al.* (2003) deve integrar a área degradada com suas áreas vizinhas em caráter alogênico, tendo como base a nucleação e seus processos sucessionais.

A sucessão alogênica aumenta a probabilidade de maior riqueza de espécies e de maior variabilidade genética, e ocorre quando os organismos colonizadores (micro-organismos, plantas e animais) são provenientes da migração de comunidades vizinhas.

Segundo Reis e Tres (2007), algumas noções gerais em programas de restauração já estão bem estabelecidas e foram traduzidas em propostas e medidas práticas, sendo uma delas aumentar o trânsito local de frugívoros (animais com dieta baseada em frutos).

Estudos realizados por Reis *et al.* (2003) demonstram que o comportamento das aves, por exemplo, pode ser usado de diversas formas em processos de restauração. Pelo seu comportamento de onívoros, apresentam preferência pelo forrageamento, empoleirando-se para emboscar suas presas e, ao mesmo tempo, depositar sementes de outras espécies.

Dentro deste contexto parte-se do pressuposto de que a nucleação é capaz de refazer, dentro das comunidades florestais em recuperação, distintos nichos ecológicos associados aos organismos que as compõem.

#### **4.2 Técnicas de Nucleação**

Para Reis e Tres (2007), as técnicas de nucleação sugerem os seguintes modelos: poleiros artificiais, transposição de solo, transposição de galharia, transposição de chuva de sementes e plantio de mudas nativas.

Poleiros artificiais são estruturas que imitam árvores e atraem animais dispersores, que lá depositam sementes de várias espécies. Podem ser de dois tipos: poleiro seco e poleiro vivo.

Ainda segundo Reis e Tres (2007), o poleiro seco imita galhos secos de árvores e pode ser confeccionado com diversos materiais, como restos de madeira ou bambu, e ser relativamente alto e de diversas formas, para se tornar mais atrativos aos visitantes.

Os poleiros vivos devem ser atrativos alimentícios ou de abrigo para os dispersores que não utilizam os poleiros secos. Eles imitam árvores para atrair

animais como os morcegos, e podem ser feito simplesmente plantando-se uma espécie de trepadeira nativa de crescimento rápido na base de um poleiro seco. Para aumentar seu poder atrativo, a espécie escolhida pode ser frutífera, de maneira que se atraia a fauna, gere sombra, e assim favoreça a germinação de sementes que necessitam dessa condição ambiental (REIS e TRES, 2007).

As aves e os morcegos, segundo Reis e Tres (2007), são considerados os animais dispersores mais efetivos quando se trata de transporte entre fragmentos de vegetação. Esses dispersores carregam consigo sementes de diferentes espécies e locais, auxiliando em uma maior chuva de sementes para recolonização desses locais e para formar um novo banco de sementes.

O método de transposição de solo consiste na retirada da camada superficial do solo de área preservada e transposição para as áreas degradadas, com a intenção de recompor o solo. Os microrganismos presentes no solo desempenham funções essenciais, enriquecendo o solo com a decomposição de matéria orgânica e participando da ciclagem de nutrientes (REIS e TRES, 2007). O solo transposto cria uma ilha de fertilidade, gerando aglomerados de vegetação que se destacam na paisagem como locais de abrigo para a fauna e produção de sementes.

Segundo Reis e Tres (2007), a técnica de transposição de galharia incide no acúmulo de galhos, resíduos florestais, tocos, resíduos agrícolas ou amontoados de pedras dispostos na forma de aglomerados ou em forma de leiras ao longo da área a ser recuperada. Para as aves, as leiras servem de local de repouso, nidificação e caça de pequenos animais, larvas de besouros e outros insetos que colonizam a madeira, como os cupins. Para vários outros animais, como pequenos mamíferos (roedores) e répteis, servem de refúgio. Ainda considerando que a galharia poderá rebrotar, deve-se ter o cuidado de não transpor galhos de podas de árvores exóticas.

A chuva de sementes consiste em coletar sementes dispersadas em um determinado local e despejá-las na área a ser restaurada. As sementes devem ser coletadas em fragmentos próximos da área a ser recuperada, buscando a diversidade de espécies da região (SANT'ANNA *et al.*, 2010).

Para recolher as sementes, basta instalar coletores<sup>1</sup> de sementes em áreas preservadas (fragmentos próximos) e, ao final de determinado período, recolher o material. Segundo SANT'ANNA *et al* (2010) a captura das sementes deve ser realizada durante o ano todo, garantindo que diferentes espécies sejam coletadas (ver Ilustração 01). As sementes inseridas na área a ser recuperada germinarão formando novas plântulas, ou apenas permanecerão no solo, esperando a condição ideal para germinar. As sementes coletadas também podem ser colocadas em bandejas com substrato para a germinação e a obtenção de plântulas para posterior replantio.

#### ILUSTRAÇÃO 01 – COLETOR DE SEMENTES EM ÁREA PRESERVADA



Fonte: SANT'ANNA *et al* (2010). Restauração Ecológica.

O plantio de mudas nativas é a introdução de mudas plantadas em grupos de espécies pioneiras e espécies não pioneiras que possuem funções nucleadoras e forte interação com a fauna (REIS e TRES, 2007).

Segundo Sant'anna *et al.* (2010), as sistemas de nucleação podem ser usados para recuperar qualquer área florestal em restauração. Devem primar pela utilização do maior número de técnicas possível, pois estas se complementam na formação de uma comunidade mais estabilizada. Quanto maior o número de ações nucleadoras, maiores serão as chances de aumento do ritmo sucessional, respeitando-se o ritmo natural de cada planta.

---

<sup>1</sup> Redes de diversos tamanhos de malhas fixadas em arvoredos.

### 4.3 As Florestas e a Fixação de Carbono

Através do Protocolo de Quioto, foram criados os Mecanismos de Desenvolvimento Limpo (MDL), que visam métodos de compensação e redução dos Gases do Efeito Estufa (GEE), e através dos quais os países sem compromisso de redução desses gases podem participar do mercado de carbono (PREISKORN e COUTO, 2009).

Ainda segundo Preiskorn e Couto (2009), a recuperação de áreas degradadas por plantio de mudas nativas apresenta um elevado custo por hectare. Existe a possibilidade de minimizar os custos incluindo o projeto de reflorestamento em projetos de MDL, que poderão receber investimentos de empresas interessadas e de países desenvolvidos que possuem o compromisso de redução dos GEE. Os serviços ambientais mais comercializados atualmente têm sido os relativos à preservação e à conservação e para que os projetos de MDL florestal sejam passíveis de aprovação, é necessário que os mesmos apresentem os fundamentos de elegibilidade, adicionalidade e condições suficientes para seu monitoramento.

Para poder se enquadrar em um projeto de MDL, um dos aspectos mais importantes com relação de estudo de fixação de carbono em florestas é a variável biomassa, a qual deve ser estimada de forma cautelosa, pois a partir dela será quantificado o carbono fixado (SANQUETTA *et al*, 2002).

Segundo Watzlawick *et al*. (2009), existem poucas informações disponíveis na literatura para a determinação de biomassa, sendo que alguns dados de pesquisas anteriores podem ser aproveitados, mesmo que sejam necessárias pequenas alterações metodológicas ou no processamento da informação.

Para determinar a capacidade de fixação de carbono, segundo Corte (2012), podem ser utilizados os métodos de medição de fluxos de dióxido de carbono em ambientes controlados, a medição de fluxos por *eddy correlation* e a alometria.

Na alometria são usadas equações baseadas na taxa de crescimento e quantidade de biomassa estocada. Podendo também ser considerada como biomassa toda a matéria de origem biológica presente no ambiente, de acordo com Corte (2012).



Segundo Sanquetta (2002), os métodos de determinação de biomassa existentes podem ser diretos (método destrutivo), que implicam em determinações, e os indiretos (modelagem), que geram estimativas.

Geralmente os métodos diretos são aplicados em pequenas áreas e servem para ajustar e calibrar os modelos empregados nas estimativas de biomassa através da derrubada e da pesagem das partes de todas as árvores existentes na área. Já os métodos indiretos são utilizados quando se trata de uma área de grande extensão. Esse método depende das informações sobre biomassa (obtidos através do método direto), ou levantamentos como DAP (diâmetro na altura do peito), altura e volume, geralmente disponíveis em inventários florestais ou outros estudos já realizados (SILVEIRA, 2008).

Estudos realizados por Sanquetta (2002) ilustram que os métodos de amostragem podem ser enquadrados em duas grandes categorias: método da árvore individual e método da parcela. Ambos têm as árvores escolhidas por meio de critérios de representatividade. No método de árvore individual, é determinada a biomassa de árvores individuais escolhidas dentro de variações metodológicas. Já o método da parcela consiste no corte e na pesagem de toda a biomassa existente em uma parcela predefinida.

Em um projeto-piloto florestal do tipo conservacionista de sequestro de carbono contra o aquecimento global em Guaraqueçaba - PR, na qual foram envolvidas organizações não governamentais ambientalistas e empresas privadas, foram apresentados dois objetivos: a geração de créditos de carbono e a conservação ecológica. Estima-se que em 40 anos serão fixados aproximadamente um milhão de toneladas de carbono para as atividades de MDL florestal de reflorestamento, restauração de áreas degradadas pela pastagem e a proteção de remanescentes florestais do Bioma da Mata Atlântica. O projeto teve início em 2000 e abrange uma área de 7.000 ha (PREISKORN e COUTO, 2009).

Ainda segundo Preiskorn e Couto (2009), a metodologia de monitoramento empregada no projeto piloto de Guaraqueçaba para a estimativa de estoque de carbono consistiu na elaboração de mapas de uso do solo e da vegetação, indicando os diferentes estágios de sucessão. Para o inventário de carbono foi desenvolvida uma metodologia, adaptada em conjunto com uma organização internacional, e definidas 188 parcelas permanentes, distribuídas nas tipologias

florestais selecionadas. Em cada parcela foram mensurados o DAP das árvores e os dados organizados em classes de DAP, onde foram consideradas árvores com  $DAP > 5$  cm. E com auxílio da amostragem destrutiva indireta, foram ajustadas as equações alométricas.

## **5. METODOLOGIA E PROCEDIMENTOS**

A base desta pesquisa é através de consultas bibliográficas de estudos realizados com este tema.

Buscaram-se referências bibliográficas em bibliotecas, órgãos públicos que atuam na área e pesquisas publicadas e disponíveis na internet.

Pesquisas científicas e estudos realizados por órgãos como a EMBRAPA demonstram que já existem projetos análogos implantados e que podem ser adotados e melhorados para condições específicas.

Será necessário o conhecimento da unidade geográfica para escolha das espécies nativas regionais que serão usadas na recuperação da área propriamente dita, bem como os métodos de nucleação existentes que definirão a metodologia utilizada.

Para a nucleação deverão ser observadas as considerações de estudos anteriormente realizados. As técnicas citadas neste trabalho já são amplamente empregadas em recuperação de áreas degradadas e devem integrar o estudo e as propostas dos objetivos.

Está também incluída nesta pesquisa a estimativa de carbono fixado ao decorrer dos anos pelos espécimes vegetais implantados com o acréscimo da nucleação.

## **6. MATERIAL E MÉTODOS**

O método do presente trabalho é embasado em pesquisas e estudos realizados e citados em literaturas consultadas.

Segundo as referencias consultadas, a metodologia mais adequada de restauração de uma dada área depende de um diagnóstico apropriado do próprio local, da distribuição horizontal e vertical das comunidades, as mudanças temporais, a distribuição etária dos indivíduos, os processos de migração e extinção, a dinâmica do banco de sementes do solo, as taxas de recrutamento das plântulas e a biologia floral das espécies.

Além de dados secundários da região que tratem de características ambientais, é preciso realizar um zoneamento ambiental e fotointerpretação através de um Sistema de Informações Geográficas, no qual será possível

gerar bancos de dados da situação da área, características específicas ou quaisquer outras informações, conforme objetivos do trabalho (ISERNHAGEN *et al.*, 2009).

Em seguida deverá acontecer a checagem de campo com visitas a campo da área abrangida na recuperação. Será necessário realizar um levantamento florístico circunvizinho, o estado de conservação dos fragmentos remanescentes da vegetação natural, e os levantamentos da fauna local para auxiliar na definição das melhores espécies a serem utilizadas na restauração. E como última etapa do zoneamento ambiental, a edição do mapa de adequação ambiental.

Definida a estratégia de recuperação da área em questão, também será necessário observar a presença ou não de indivíduos regenerantes de espécies arbustivo-arbóreas nativas e a densidade de gramíneas, fatores que terão influência na tomada de decisão sobre a estratégia de restauração adotada.

Certamente, quanto mais informações ambientais forem obtidas previamente ao trabalho de restauração florestal, melhor. Incluindo-se os levantamentos pedológicos permitindo corrigir eventuais necessidades de adubação na fase operacional.

Como o método escolhido para a recuperação da área degradada é o plantio de mudas nativas associado à nucleação, estudos semelhantes indicam que deverá ser definida uma pequena parte da área para receber o sistema escolhido – não mais que 5% da área total.

Definido método de plantio da área total, inicialmente deverá ocorrer a isolamento da mesma através de cerca e preparo do solo, como coroamento e adubação.

Para o plantio, deverá ser realizada uma combinação das espécies de diferentes comportamentos de diferentes grupos ecológicos, utilizados dois grupos funcionais: grupo de preenchimento e grupo de diversidade.

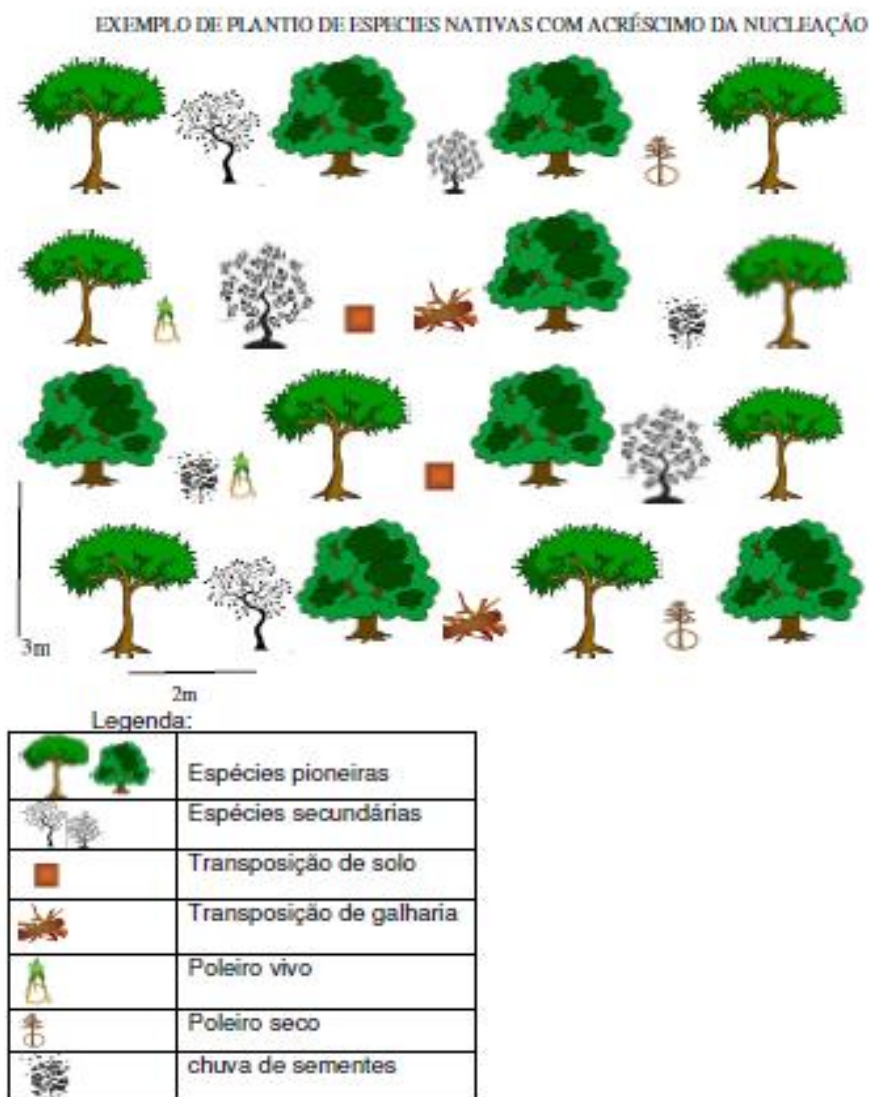
O grupo de preenchimento será constituído por espécies pioneiras que possuem rápido crescimento e boa cobertura de copa, proporcionando o rápido fechamento da área plantada. Já as espécies secundárias, ou de diversidade, constituirão o grupo das atrativas da avifauna.

As mudas deverão ser adquiridas em viveiro, sendo que o número de mudas por espécie será baseado em estudos já realizados, e a proporção de espécies entre os grupos será de 30% de pioneiras e 70% das não pioneiras, seguido do sistema de nucleação. O plantio deverá ser realizado em espaçamento 3x2m e preferencialmente em época chuvosa, reduzindo os custos da implantação.

O sistema de nucleação deverá ser realizado logo após o plantio das mudas e deverá utilizar maior número de técnicas. Sua disposição dentro da área a ser restaurada deverá ser aleatória, sendo que deverá ocupar em torno de 5% da área total.

A nucleação como gatilho ecológico ocupando parte da área a ser recuperada poderá ser disposto conforme sugerido no esquema 01.

# ESQUEMA 01 – EXEMPLO DE PLANTIO DE ESPÉCIES NATIVAS COM NUCLEAÇÃO.



Fonte: Desenho esquemático de S. W. Essert, 2012

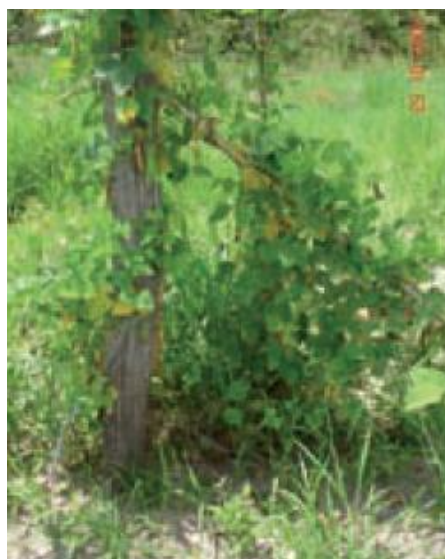
Para a implantação de poleiros artificiais secos e vivos, poderão ser usados materiais constituídos de restos de madeira ou bambus com aproximadamente 3m de altura dispostos aleatoriamente, conforme esquema (ver ilustração 02). Nos poleiros vivos é plantada uma trepadeira ou um cipó de rápido crescimento para aumentar a atração da fauna, principalmente porque são de rápida floração e frutificação, conforme ilustração 03.

### ILUSTRAÇÃO 02 - POLEIRO SECO DE BAMBU.



Fonte: SANT'ANNA *et al* (2010). Restauração ecológica.

### ILUSTRAÇÃO 03 – POLEIRO VIVO COM CIPÓ.



Fonte: SANT'ANNA *et al* (2010) Restauração ecológica.

No método de transposição de solo (ver Ilustração 04), deverá ser retirada uma camada superficial do solo (em torno de 1 m<sup>2</sup> dos primeiros 5 a 10 cm) de uma área preservada circunvizinha, e transposta para a área degradada. Também a transposição de galharia deverá ser de áreas próximas e, em seguida, amontoada na forma de aglomerados ou de leiras, aleatoriamente ou ao longo da área a ser recuperada.

#### ILUSTRAÇÃO 04 – TRANSPOSIÇÃO DE SOLO



Fonte: SANT'ANNA *et al* (2010). Restauração ecológica.

A coleta de sementes para a chuva de sementes poderá ser realizada também em áreas próximas ou em florestas que apresentem as mesmas características da área em recuperação. A captura das sementes poderá ser realizada com coletor tipo rede fixada em árvores. Em seguida, estas sementes serão dispersas aleatoriamente na área a ser recuperada.

O monitoramento da área poderá ser dividido em três fases, sendo que, na primeira, que vai desde a implantação até 12 meses após o plantio, deverão ser observados o controle de formigas, de competidores, replantio e, se necessário, a adubação de base. Na segunda fase (1 – 3 anos) deverá ser observada a ocupação das espécies e alguns itens da primeira fase. E na terceira fase (3 - 4 anos em diante), deverá ser observada a restauração vegetativa, a ocupação e o funcionamento do ambiente restaurado com a presença de outros seres vivos (aves, pequenos roedores, morcegos, répteis etc).

Para a quantificação da fixação de carbono na área restaurada, deverá ser definido inicialmente o limite do projeto. Em seguida ser decidida a metodologia para determinar os reservatórios de carbono, estratificação da área, metodologia laboratorial, frequência de monitoramento e desenvolvimento dos modelos de equação de biomassa e carbono, até o relatório final.

Deverão ser observadas as especificidades dos projetos de MDL previstos no Protocolo de Quioto para a modalidade e observadas as normas



que as regulam. Como por exemplo, as normas<sup>2</sup> da ABNT NBR ISO 14.064-1; ABNT NBR ISO 14.064-2; ABNT NBR ISO 14.064-3.

---

<sup>2</sup> ABNT NBR ISO 14.064-1 especificações e orientações para quantificação e elaboração de relatórios de emissões e remoções de GEE  
ABNT NBR ISO 14.064-2 especificações e orientações a projetos para quantificação, monitoramento e elaboração de relatórios das reduções de emissões ou da melhoria das remoções de GEE.  
ABNT NBR ISO 14.064-3 especificações e orientações para a validação e verificação de declarações relativas a GEE.

## 7. RESULTADOS ESPERADOS E DISCUSSÃO

Neste trabalho optou-se por pesquisar métodos e estudos já realizados, sendo que os resultados esperados também serão comparados às avaliações de restauração de áreas degradadas e sugeridas em outros trabalhos.

Para a verificação dos resultados da nucleação na recuperação da área, poderão ser seguidos alguns indicadores. A base de observação poderá ser a verificação e a ocorrência de diversidade de espécies e formas de vida, como: arbustos, ervas, lianas, árvores, epífitas etc.; presença de animais dispersores, como a avifauna, e polinizadores, como as abelhas; o comparecimento de fauna através da observação de fezes, pegadas, trilhas e tocas; e o crescimento de pequenas plântulas (mudas) conforme ilustração 05.

### ILUSTRAÇÃO 05 – CRESCIMENTO DE PLÂNTULA



Fonte: SANT'ANNA *et al* (2010). Restauração ecológica.

Também deverá ser incluído na observação do processo de restauração, e como base dos resultados esperados, o monitoramento individual de cada sistema de nucleação, usando os indicadores sugeridos conforme Tabela 01.

TABELA 01 – INDICADORES A SEREM OBSERVADOS NO MONITORAMENTO DOS RESULTADOS.

| SISTEMA DE NUCLEAÇÃO     | FUNCIONALIDADE   | INDICADORES   |
|--------------------------|--|---|
| Plantio de mudas nativas | Aumento da diversidade genética regional e oferta de recursos para a fauna.                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sobrevivência das mudas.</li> <li>• Presença de espécies regenerantes.</li> <li>• Espécies em floração e frutificação (incluindo ervas, lianas e arbustos).</li> </ul>   |
| Transposição do solo     | Resgate do banco de sementes e da biodiversidade do solo.  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Diversidade das espécies vegetais.</li> <li>• Presença de pequenas mudas.</li> <li>• Diversidade de formas de vida das espécies.</li> <li>• Espécies em floração e frutificação (também em ervas, lianas e arbustos).</li> </ul> |
| Poleiros artificiais     | Oferecer condições de pouso para a avifauna e atrair diversidade de espécies através de sementes | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Presença de avifauna.</li> <li>• Deposição de sementes.</li> <li>• Presença de pequenas mudas sob o poleiro e entorno.</li> </ul>  |
| Chuva de sementes        | Aumentar a diversidade local de espécies   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Diversidade das espécies vegetais.</li> <li>• Presença de pequenas mudas.</li> <li>• Diversidade de formas de vida das espécies.</li> <li>• Espécies em floração e frutificação (também em ervas, lianas e arbustos).</li> </ul> |
| Transposição de galharia | Proteção para a fauna e decomposição de matéria orgânica.  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tempo de decomposição da matéria orgânica.</li> <li>• Presença de animais.</li> <li>• Diversidade de formas de vida das espécies.</li> <li>• Diversidades de espécies vegetais.</li> </ul>                                       |

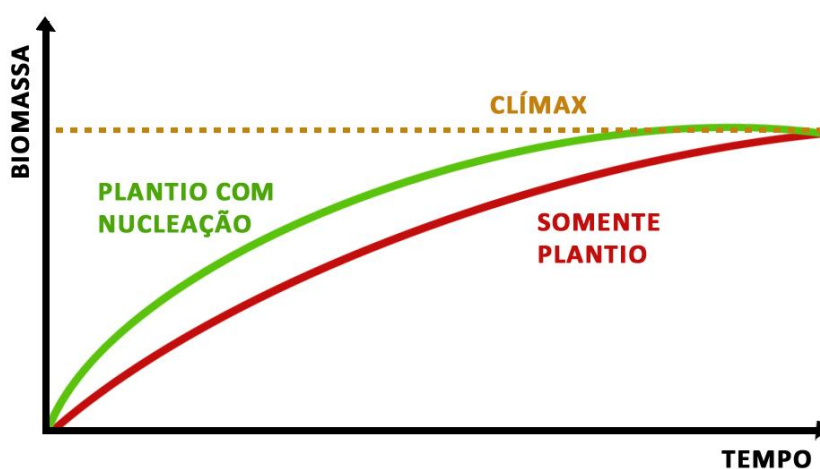
Fonte: SANT'ANNA *et al.* (2010) – Restauração Ecológica, pg 34.

O tempo biológico de recuperação da área, bem como para a estimativa de fixação de carbono também deverá ser embasado em resultados e comparativos aos estudos realizados e também citados por Ribeiro *et al.* (2009) e Watzlawick *et al.* (2009).

Espera-se que a recuperação da área degradada aliada aos sistemas de nucleação proporcione uma aceleração inicial, justamente pela atração da fauna e inserção de elementos como sementes, que em condições sem nucleação demorariam a surgir.

Acredita-se que o resgate da biodiversidade da área em recuperação contribua na indução precoce de um ecossistema desejado. Este por sua vez, dependente de fatores edáficos e intempéries determinarão o estágio clímax da floresta recuperada. Se comparado ao método de recuperação sem nucleação, o estágio clímax também será alcançado em áreas de plantio somente, quando finalmente as linhas de maturidade do estágio se encontrarão tardiamente, conforme Gráfico 01.

GRÁFICO 01 – COMPARATIVO ENTRE PLANTIO COM NUCLEAÇÃO E PLANTIO SEM NUCLEAÇÃO.



Fonte: [www.apremavi.com.br](http://www.apremavi.com.br) e alterado por S. W. Essert, 2012.

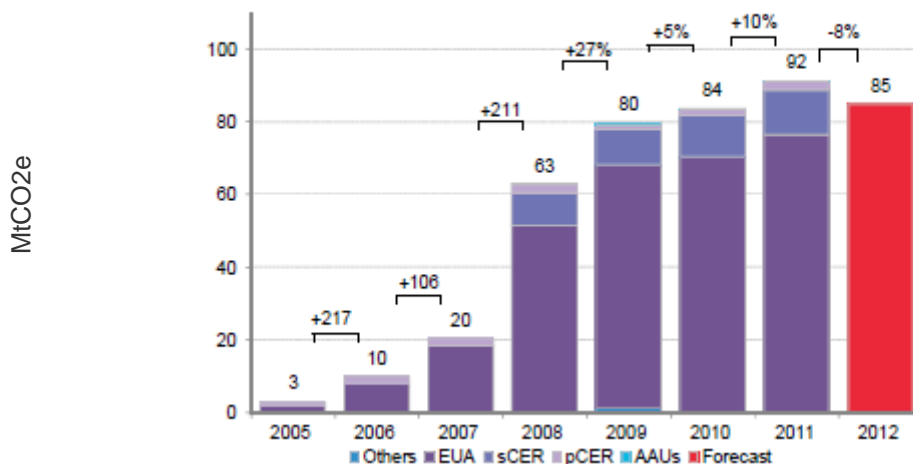
Em literatura consultada, os autores Oliveira e Rodrigues (2006), obtiveram, na recuperação de área degradada com o plantio de mudas que receberam solo superficial (transposição de solo) e restos de podas de leguminosas (transposição de galharia), resultados que levaram a uma rápida colonização e diversificação da fauna do solo, indicando retorno da biodiversidade em menos tempo do que os plantios que não receberam estes tratamentos.

Na colocação de elementos de atração da fauna via nucleação, também foi observada uma rápida colonização em literatura citada por Sant'anna *et al.* (2010). O surgimento de insetos também foi essencial porque desempenham um papel fundamental de polinização.

## Cenários de Projeto de MDL

Segundo pesquisas realizadas, os mercados de carbono florestais captaram aproximadamente US\$ 100 milhões em projetos de conservação, negociando 20,8 MtCO<sub>2</sub> (milhões de toneladas de carbono equivalente) entre 2007 e a primeira metade de 2009. O primeiro trimestre de 2012 foi o período de maior crescimento do mercado em termos financeiros, conforme Gráfico 02, causado principalmente pelo maior volume de projetos e pelos preços associados ao aumento do interesse no mercado voluntário como um todo (AVILA, 2012).

GRÁFICO 02 – MERCADO DE CARBONO REGISTRA MAIOR VOLUME NO TRIMESTRE.



Fonte: Bloomberg New Energy Finance, 2012.

Para a previsão da coleta de dados sobre a fixação de carbono, estudos semelhantes consultados demonstraram que, mesmo diante de poucas referências bibliográficas, poderá ser realizada através do acompanhamento do crescimento das árvores plantadas por meio de um inventário florestal, a partir do monitoramento do diâmetro à altura do peito (DAP), da área basal, da altura dos indivíduos, da densidade da madeira dos indivíduos e da frequência de ocorrência das espécies dos indivíduos analisadas pelo levantamento fitossociológico.

Através destes parâmetros, obtém-se um peso estimado da biomassa de cada indivíduo. O somatório dos dados obtidos resulta no peso de biomassa por unidade de área.

A partir do estudo sobre “Estimativa de sequestro de Carbono da biomassa aérea como indicador de sustentabilidade em decorrência da adequação de área de preservação permanente na sub-bacia de Rio Pequeno - Antonina – PR” (DE PAULA e CAVALLET, 2010), foram mencionados e usados como referência na quantificação de Carbono na Mata Atlântica em clímax pelo SNIF (Serviço Nacional de Informação Florestal), do MCT (Ministério da Ciência e Tecnologia) através do estudo “Emissões Líquidas por conversão de florestas e abandono de terras manejadas, por bioma” (RIBEIRO *et al.*, 2009), e chegou-se a um denominador comum para estimar a quantificação de fixação de carbono dos distintos biomas, visto que os métodos de quantificação de estoque de carbono se baseiam na biomassa existente, e não futura.

## 8. CONCLUSÃO

Os sistemas de nucleação pesquisados e sugeridos neste trabalho como poleiro artificial, poleiro natural, transposição de solos, transposição de galharia e chuva de sementes, aliados ao plantio de mudas nativas (de preenchimento e de diversidade) eventualmente acelerarão a recuperação da área degradada.

Espera-se que a recuperação de uma área degradada, somando plantio de mudas nativas e nucleação beneficie não somente a questão florística, mas o retorno e a conservação da fauna local. Diante dos recentes estudos publicados pela revista Plos One (2012, apud AMBIENTEBRASIL, 2012), onde foi realizado um levantamento numa área de mais de 250 mil km<sup>2</sup> de área florestal de Mata Atlântica que inventariou 18 espécies de mamíferos em 196 fragmentos ao longo da mata, apenas quatro das 18 espécies de mamíferos que eram procuradas pelos cientistas ainda foram encontradas, sendo as demais consideradas virtualmente extintas.

Literaturas consultadas sobre áreas degradadas recuperadas e que se enquadram como modelos de projetos de MDL – Mecanismo de Desenvolvimento Limpo, através da fixação de carbono, demonstraram a presença do mercado em mais de dois milhões de hectares de florestas nos últimos 20 anos, o que resultou na captura de cerca de 70 milhões de toneladas de carbono (MtCO<sub>2</sub>) nas árvores.

O volume negociado de permissões de emissão (EUAs) e créditos internacionais do Protocolo de Quioto, segundo literaturas consultadas, cresceu 17% no primeiro trimestre de 2012, sendo que os valores praticados foram negociados em média de € 5,0 a € 10,0/tonelada do dióxido de carbono equivalente (CO<sub>2</sub>e).

Segundo as pesquisas realizadas, o bioma da Mata Atlântica, já bastante alterado por interações antrópicas, deve ser visto como uma oportunidade e incentivo, não somente na questão de recuperação da biodiversidade florística e atração da fauna (polinizadores, mamíferos e fluxo gênico), mas também como estímulo em projetos de florestamento/reflorestamento, no âmbito do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL), estabelecido no Protocolo de Quioto.

## 9. REFERÊNCIA

AMBIENTEBRASIL. Fauna encolhe em fragmentos de mata atlântica. Disponível em

<<http://noticias.ambientebrasil.com.br/clipping/2012/08/15/86363-fauna-encolhe-mais-que-o-esperado-em-fragmentos-da-mata-atlantica.html>>

Acessado em: 15 ago. 2012.

AVILA, F. Estudo traça cenário do mercado de carbono florestal - CarbonoBrasil. Disponível em:

<<http://mercadoetico.terra.com.br/arquivo/estudo-traca-cenario-do-mercado-de-carbono-florestal/>> Acessado em 4 de set. 2012.

BELLOTTO, A.; GANDOLFI, S.; RODRIGUES, R. R. **Restauração fundamentada no plantio de árvores, sem critérios ecológicos para a escolha e combinação das espécies.** IN: Pacto pela restauração da mata atlântica. Referencial dos conceitos e ações de restauração florestal, p. 11-13. 2009.

BLOOMBERG. Carbon markets reach highest first-quarter volume on record. Disponível em: <<http://www.bloomberg.com>> Acessado em 04 de set. 2012.

BRANCALION, P. H. S.; GANDOLFI, S.; RODRIGUES, R. R.; **Incorporação do conceito da diversidade Genética na restauração ecológica.** IN: Pacto pela restauração da mata atlântica. Referencial dos conceitos e ações de restauração florestal. 2009.

CORTE, A.P.D. **Reflorestamento e Conservação de Florestas: Oportunidades e Projetos para o Mercado Carbono.** Curso de Pós-graduação em Mudanças Climáticas, Projetos Sustentáveis e Mercado de Carbono, Universidade Federal do Paraná. 2012

De PAULA, E. V; CAVALETT, L. E.. **Estimativa de sequestro de carbono da biomassa aérea como indicador de sustentabilidade em decorrência da adequação da área de Preservação Permanente na sub-bacia do Rio Pequeno (Antonina - PR).** 2010.

ISERNHAGEN, I.; BRANCALION, P. H. S.; RODRIGUES, R. R.; NAVE, A. G.; GANDOLFI, S. **Diagnóstico ambiental das áreas a serem Restauradas visando a definição de Metodologias de restauração florestal.** IN: Pacto pela restauração da mata atlântica. Referencial dos conceitos e ações de restauração florestal. 2009.

ODUM, E. P. 1988. **Ecologia.** Rio de Janeiro: Guanabara. pp. 9-11

OLIVEIRA, E.; P.; DE.; RODRIGUES, M.; DO R.; L. **A diversidade vegetal x diversidade da fauna do solo em áreas recuperadas com espécies florestais.** INPA. 2006.



PINTO, L. P.; HIROTA, M.; CALMON, M.; RODRIGUES, R. R.; ROCHA, R.A **Mata Atlântica**. O documento: referencial dos conceitos e ações de restauração florestal. 2009.

PREISKORN, G. M.; COUTO, H. T. Z. Quantificação e monitoramento da biomassa e carbono em plantios de áreas restauradas. IN: Pacto pela restauração da mata atlântica. Referencial dos conceitos e ações de restauração florestal, p. 147-157. 2009.

PRIMACK, R. B.; RODRIGUES, E. **Biologia da conservação**. Londrina: Vida, 2001. 328 p.

REIS, A.; TRES, D. R. Nucleação: integração das comunidades naturais com paisagem. IN: Manejo ambiental e restauração de áreas degradadas. 2. Edição. São Paulo: Fundação Cargill. 2007

REIS, A.; BECHARA, F. C.; ESPINDOLA, M. B.; VIEIRA, N. K.; LOPES, L. Restauração de áreas degradadas: a nucleação como base para os processos sucessionais. **Natureza & Conservação** 1, n. 1, 2003.

REIS, A., ROGALSKI, J. M.; BERKENBROCK, I. S.; BOURSCHEID, K. A. Nucleação aplicada à restauração ambiental. 14p.

RIBEIRO, S. C.; JACOVINE, L. A. G.; SOARES, C. P. B.; MARTINS, S. V.; SOUZA, A. L. de; NARDELLI, A. M. B.; Quantificação de biomassa e estimativa de estoque de Carbono em uma floresta madura no município de Viçosa, Minas Gerais. **R. Árvore**, Viçosa-MG, v.33, n.5, p.917-926, 2009.

RIZZINI, C. T. **Tratado de Fitogeografia do Brasil: aspectos ecológicos, sociológicos e florísticos**. Rio de Janeiro: Ambito Cultural Edições Ltda, 1997.

SANQUETTA, C. R.; WATZLAWICK, L.F.; BALBINOT, R.; ZILLIOTTO, M.A.B.; GOMES, F. S. **As Florestas e o Carbono**. Curitiba, Brasil, 2002

SANT'ANNA, C. S.; TRES, D. R.; REIS, A.; **Restauração Ecológica**. Sistemas de Nucleação. São Paulo. Secretaria do Meio Ambiente. Unidade de Coordenacao de Projetonde Recuperacao das Matas Ciliares. 2010. 64p.

SILVEIRA, P. **Métodos Indiretos De Estimativa Do Conteúdo De Biomassa E Do Estoque De Carbono Em Um Fragmento De Floresta Ombrófila Densa**. Tese apresentada ao Programa de Pós- Graduação em Engenharia Florestal, Área de concentração em Manejo Florestal, do Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2008.

TRES, D. R.; **Tendências da restauração ecológica baseada na Nucleação**. Os avanços da botânica no início do século XXI. Morfologia, Fisiologia, Taxonomia, Ecologia e Genética. Conferencias Plenárias e Simpósios do 57º. Congresso Nacional de Botânica. Sociedade Botânica do Brasil. 2006.

WATZLAWICK, L. F.; KIRCHNER, F. F. SANQUETTA, C. R. **Estimativa de biomassa e carbono em floresta com araucária utilizando imagens do satélite Ikonos II**. Ciência Florestal, Santa Maria, v. 19, n.2, 2009.